

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-172212

(43)Date of publication of application : 30.06.1997

(51)Int.Cl.

H01L 43/08

G11B 5/39

G11C 11/14

H01F 10/30

(21)Application number : 07-330010

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 19.12.1995

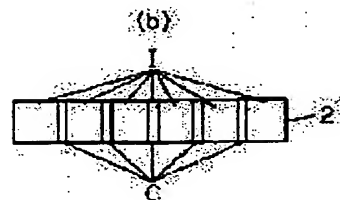
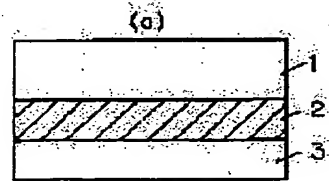
(72)Inventor : SAKAKIMA HIROSHI
IRIE YASUSUKE

(54) MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT AND HEAD AS WELL AS MEMORY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a magnetoresistance effect element and head as well a memory element causing notable fluctuation in the reluctance in a magnetic field.

SOLUTION: Within the magnetoresistance effect element structured of a magnetic film 3/a non-magnetic film 2/another magnetic film 1, the non-magnetic film 2 is composed of a mixture of a conductor C and an insulator I so that the magnetic coupling of the magnetic films 1 and 3 may be released to exhibit the high sensitivity characteristics and running a current in the vertical direction on a film face thereby enabling a magnetic field to be detected to obtain a notable magnetic resistance(MR) change rate. In such a constitution, the magnetic resistance effective element can be made into an MR head or a memory element respectively by fitting a yoke or a word line, etc., thereto.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3293437

[Date of registration] 05.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of] 2001-20822

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3293437号

(P3293437)

(45) 発行日 平成14年6月17日(2002.6.17)

(24) 登録日 平成14年4月5日(2002.4.5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z

G 0 1 R 33/09

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

G 1 1 C 11/14

A

G 1 1 C 11/14

H 0 1 F 10/32

H 0 1 F 10/32

G 0 1 R 33/06

R

請求項の数25(全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平7-330010

(22) 出願日

平成7年12月19日(1995.12.19)

(65) 公開番号

特開平9-172212

(43) 公開日

平成9年6月30日(1997.6.30)

審査請求日

平成10年9月8日(1998.9.8)

前置審査

(73) 特許権者 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者

榊間 博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電

器産業株式会社内

(72) 発明者

入江 庸介

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電

器産業株式会社内

(74) 代理人

100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

審査官 粟野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、磁気抵抗効果型ヘッド及びメモリー素子

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁性膜／非磁性膜／磁性膜〕なる構造を有し、膜面に垂直な方向に電流を流す磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜の膜厚が2 nmまたは5 nm近傍であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁性膜／非磁性膜〕を複数回積層した構造を有し、膜面に垂直な方向に電流を流す磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜の膜厚が2 nmまたは5 nm近傍であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 特に非磁性膜を介して隣り合う磁性膜の一方に軟磁性膜、もう一方にそれより保持力が大きい磁性

2

膜を用いることを特徴とする請求項1または2記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 非磁性膜を介して隣り合う一方の磁性膜の磁化反転を抑制すべく、一方の磁性膜にのみ接して設けられた磁化反転抑制膜を有し、磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁化反転抑制膜／磁性膜／非磁性膜／磁性膜〕なる構造の、膜面に垂直な方向に電流を流す磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜の膜厚が2 nmまたは5 nm近傍であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項5】 非磁性膜を介して隣り合う一方の磁性膜の磁化反転を抑制すべく、一方の磁性膜にのみ接して設けられた磁化反転抑制膜を有し、磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁化反転抑制膜／磁性膜／非磁性膜

3

／磁性膜／非磁性膜」なる構造を複数回積層した構造の、膜面に垂直な方向に電流を流す磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜の膜厚が2nmまたは5nm近傍であることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項6】特に磁化反転抑制膜と接する磁性膜にCo-richの磁性膜を用い、磁化反転抑制膜と接しない磁性膜にNi-richの軟磁性膜を用いることを特徴とする請求項4または5記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項7】特に磁化反転抑制膜が反強磁性体より成ることを特徴とする請求項4、5または6記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項8】特に磁性膜と非磁性膜の界面に主構成元素の一つとしてCoを含有する厚さ1nm以下の界面磁性膜を設けたことを特徴とする請求項1～7の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項9】特に非磁性膜が柱状の導電体とこれを取り巻く絶縁体より成ることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載に磁気抵抗効果素子。

【請求項10】特に磁性膜に、 $\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Fe}_z$ を主成分とし原子組成比でXは0.6～0.9、Yは0～0.4、Zは0～0.3である軟磁性膜を用いることを特徴とする請求項1、2、4、5、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項11】特に磁性膜に、 $\text{Ni}_x'\text{Co}_y'\text{Fe}_z'$ を主成分とし原子組成比でX'は0～0.4、Y'は0.2～0.95、Z'は0～0.5である磁性膜を用いることを特徴とする請求項1、2、4、5、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項12】特に磁性膜にCoを主成分とする非晶質合金膜を用いることを特徴とする請求項1、2、4、5、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項13】特に磁性膜に、 $\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Fe}_z$ を主成分とし原子組成比でXは0.6～0.9、Yは0～0.4、Zは0～0.3である磁性膜を用い、これより保持力の大きな膜としてCoを主構成元素の一つとして含有する磁性膜を用いることを特徴とする請求項3、6、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項14】特に磁性膜に、 $\text{Ni}_x'\text{Co}_y'\text{Fe}_z'$ を主成分とし原子組成比でX'は0～0.4、Y'は0.2～0.95、Z'は0～0.5である磁性膜を用い、これより保持力の大きな膜としてCoを主構成元素の一つとして含有する磁性膜を用いることを特徴とする請求項3、6、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項15】特に磁性膜にCoを主成分とする非晶質合金膜を用い、これより保持力の大きな膜としてCoを主構成元素の一つとして含有する磁性膜を用いることを特徴とする請求項3、6、7、8、9の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

4

【請求項16】特に非磁性膜の導電体がCu、Ag、Auの群から選ばれる1種もしくは1種以上の元素より構成されることを特徴とする請求項1～15の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項17】特に非磁性膜の絶縁体がAlの酸化物より構成されることを特徴とする請求項1～16の何れかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項18】磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁性膜／非磁性膜／磁性膜〕なる構造の磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜が柱状の導電体とこれを取り巻く絶縁体より成ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項19】磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁性膜／非磁性膜〕を複数回積層した構造の磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜が柱状の導電体とこれを取り巻く絶縁体より成ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項20】非磁性膜を介して隣り合う一方の磁性膜の磁化反転を抑制すべく、一方の磁性膜にのみ接して設けられた磁化反転抑制膜を有し、磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁化反転抑制膜／磁性膜／非磁性膜／磁性膜〕なる構造の磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜が柱状の導電体とこれを取り巻く絶縁体より成ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項21】非磁性膜を介して隣り合う一方の磁性膜の磁化反転を抑制すべく、一方の磁性膜にのみ接して設けられた磁化反転抑制膜を有し、磁界を印可することにより抵抗変化を示す〔磁化反転抑制膜／磁性膜／非磁性膜／磁性膜／非磁性膜〕なる構造を複数回積層した構造の磁気抵抗効果素子において、非磁性膜が絶縁体と導電体との混合物より成り、前記非磁性膜が柱状の導電体とこれを取り巻く絶縁体より成ることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項22】請求項1～21の何れかに記載の磁気抵抗効果素子に、磁気媒体からの信号磁界を磁気抵抗効果素子部に導くためのヨークを備えた磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項23】特に情報を記録用の磁界を発生するための導体線（ワード線）が絶縁膜を介して請求項1～21の何れかに記載の磁気抵抗効果素子の近傍に設けられ、前記磁気抵抗効果素子を導体線で接続した情報読み出し用のセンス線としていることを特徴とするメモリー素子。

【請求項24】互いに絶縁された直交する2本の導体線（ワード線）が絶縁膜を介してマトリックス状に配置された複数の磁気抵抗効果素子部近傍に設けられていることを特徴とする請求項23記載のメモリー素子。

【請求項25】磁界を検知すべく磁気抵抗素子部に流す

5

電流の方向がほぼ磁気抵抗効果素子の膜面に垂直方向であることを特徴とする請求項24記載のメモリー素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセンサー等の磁気抵抗効果素子及び磁気抵抗効果型ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年Cr, Ru等の金属非磁性薄膜を介して反強磁性的結合をしている[Fe/Cr], [Co/Ru]人工格子膜が強磁場(1~10 kOe)で巨大磁気抵抗効果を示す発見された(フィジカル レビュー レター 61 第2472項 (1988年); 同 64 第2304項 (1990) (Physical Review Letter Vol. 61, p2472, 1988; 同 Vol. 64, p2304, 1990))。これらの膜は大きな磁気抵抗(MR)変化を示すものの、磁性膜間が反強磁性的に結合しているためMR効果を生じるのに必要な磁界が数kOeと大きく実用上問題があった。

【0003】又金属非磁性薄膜Cuで分離され磁氣的結合の弱い2種類の磁性薄膜Ni-FeとCoを用いた[Ni-Fe/Cu/Co]人工格子膜でも巨大磁気抵抗効果が発見され、室温印加磁界0.5kOeでMR比が約8%のものが得られている(ジャーナル オブ フィジカル サイティーズ ジャパン 59 第3061頁 (1990年) (Journal of Physical Society of Japan Vol. 59, p3061, 1990))。しかしこの場合でも完全に磁性膜間の磁氣的結合を断つことが困難で更に小さな印加磁界でより大きなMR変化を示す磁気抵抗効果素子の開発が課題であった。

【0004】なお人工格子膜の膜面に垂直方向に電流を流すと大きなMR変化が得られるが、膜が極めて薄いため膜面垂直方向の抵抗は極めて低く、この様な構成は実用上問題がある。

【0005】微小印加磁界で動作するものとしては反強磁性材料のFe-MnをNi-Fe/Cu/Ni-Feにつけたスピンバルブ型のものが提案され(ジャーナル オブ マグネティズム アンド マグネティック マテリアルズ 93 第101頁 (1991年) (Journal of Magnetism and Magnetic Materials 93, p101, 1991))、磁気抵抗効果型ヘッドへの応用が検討されている。しかしながらこの場合はMR変化が2~4%と小さい問題点がある。

【0006】更に二つの磁性膜間に絶縁膜を用いたトンネル型磁気抵抗効果素子が開発されているが(日本応用磁気学会誌Vol. 19, No. 2 p369(1995))、絶縁膜の膜質のコントロールが困難で特性の再現性の良好なものを得るのが困難である。

【0007】メモリー素子としてはワード線と従来のMR材料をセンス線に用いたものが提案されているが(IE EE Trans. Magn. Vol. 27, No. 6, (1991) p5520)、MR変化率が小さいため情報読み出し時の出力が小さいのが課題である。

【0008】

6

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のような課題を解決し、より小さな磁界でより大きなMR変化を示す磁気抵抗効果素子を可能とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は微小磁界でも容易に磁化反転する軟磁性膜と容易には磁化反転しない磁性膜とを特殊な非磁性膜で分離し、両磁性膜の磁氣的結合を極めて弱くして軟磁性膜の磁化回転を良好にして素子の磁界感度を向上し、かつ磁性膜の構成を最適化してより大きなMR変化率を示す磁気抵抗効果素子及び磁気抵抗効果型ヘッドを可能とするものである。

【0010】本発明においては上記非磁性膜として導電体と絶縁体の混合物より成る非磁性膜を用いる。これにより従来の絶縁膜のみを用いたトンネル型大磁気抵抗効果膜の特性の再現性が改善される。又非磁性膜部の電気抵抗の値が制御可能となり素子設計が容易となる。更に柱状の導電体を絶縁体に取り巻く構造とすればその効果は更に改善される。

【0011】又磁気ヘッドとして用いる場合は磁気媒体に記録されている箇所は小さくかつ媒体からの信号磁界は弱い場合、これを効率良く軟磁性膜に導くための軟磁性体より成るヨークを備えることが実用上有効である。

【0012】上記の磁気抵抗素子においては膜面に垂直に電流を流した方が、膜面内に電流を流すよりも大きなMR変化率が得られる。本発明のこれら磁気抵抗効果素子・ヘッド・メモリー素子においては膜面垂直方向も抵抗が高く、素子の膜面垂直方向に電流を流すことが可能でより大きなMR変化率を得ることが可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図1~7を用いて説明を行う。図1(a)は[磁性膜3/非磁性膜2/磁性膜1]なる構造の素子で、微小な磁界Hが印加された場合保磁力の小さい磁性膜、即ち軟磁性膜(図では磁性膜1とする)は印加磁界方向に磁化反転するが、保磁力の大きい磁性膜、即ち硬質磁性膜は磁化反転せず、両磁性膜の磁化方向は反平行となって素子の抵抗は増加する。印加磁界を更に強くすると両磁性膜の磁化方向は平行となり素子の抵抗は減少する。以上が素子の動作原理であるが、非磁性膜に金属を用いると磁性膜間の磁氣的結合を遮断するのが困難であり、その膜厚を増加させると磁氣的結合の分離は出来るがMR変化率が低下する。又非磁性膜に絶縁体を用い、膜面垂直方向のトンネル効果により電流を流そうとすれば、特性の再現性が悪くなる。本発明では非磁性膜2として絶縁体と導電体との混合物より成る非磁性膜を用いることにより、特性の再現性を劣化することなく両磁性膜間の磁氣的結合を低減することが可能である。更に同図(b)のように非磁性膜を柱状の導電体Cを絶縁体Iに取り巻く構造とすればその効果は更に改善される。又図2に示したように図1の構成のものを非磁性膜2を介して積層した構造でも良い。

7

積層することによりMR変化率は増加する。ただし膜面方向に電流を流す場合は素子のシート抵抗は減少する。

【0014】図3は[磁化反転抑制膜4/磁性膜3'/非磁性膜2/磁性膜1]なる構造のものである。この場合磁化反転抑制膜4により磁性膜3'は容易に磁化回転せず、磁化反転抑制膜4/磁性膜3'が図1及び2の磁性膜3と同等の役割をする。従って磁性膜3'と磁性膜1は異なる膜でも良いし、同じ膜でも良い。又同様に図3の構成のものを非磁性膜2を介して積層した図4に示す構造のものでも良い。

【0015】更に図5(a),(b)に示したように磁性膜と非磁性膜の界面に主構成元素の一つとしてCoを含有する厚さ1nm以下の界面磁性膜5を設けることによりより大きなMR変化率を得ることが可能である。

【0016】図6はこれら磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドの一例で、磁気媒体からの信号磁界はヨーク6により磁気抵抗効果素子部に導かれる。ヨークは微小信号領域の形状に対応した幅や厚さを有し、信号磁界Hを磁気抵抗効果素子部の軟磁性膜に導く構成が有効で、効率良く磁束を軟磁性膜1に導くにはヨークは透磁率の高い軟磁性材料より構成する必要がある。又軟磁性膜以外のもう一方の磁性膜3は信号磁界で磁化反転が起きないように保磁力が大きいかつ磁化曲線の角型性が良好なものが望ましい。

【0017】図7はメモリー素子の一例で磁気抵抗効果素子部Mは導体線S、S'に接続されてセンス線を構成しており、磁気抵抗効果素子部M近傍には絶縁膜を介して情報記録用のワード線W、W'が設けられている。情*

NixCoyFez

を主成分とし、原子組成比が

$X=0.6\sim0.9$ 、 $Y=0\sim0.4$ 、 $Z=0\sim0.3$

のNi-richの磁性膜が望ましく、その代表的なものはNi_{0.8}Co_{0.15}Fe_{0.05}、Ni_{0.68}Co_{0.2}Fe_{0.12}等である。これら

Nix'Coy'Fez'

を主成分し、原子組成比が

$X'=0\sim0.4$ 、 $Y'=0.2\sim0.95$ 、 $Z=0\sim0.5$

のCo-richの磁性膜があり、その代表的なものはCo_{0.9}Fe_{0.1}、Co_{0.7}Ni_{0.1}Fe_{0.2}等である。これらのものは磁歪が小さく実用上素子に使用する場合有効である。

【0021】又Fe膜は磁歪は零ではないものの大きなMR変化率が得られ、作製条件により比較的保磁力の小さいものや大きいものが出来き、軟磁性膜としても後述する半硬質磁性膜としても使用できる。

【0022】(半)硬質磁性膜3としては検知すべき磁界で磁化反転しないように保磁力がある程度大きく角型の磁化曲線を有するものが望ましい。又素子が大きな磁気抵抗効果を示すには主要構成元素の一つとしてCoを含有することが望ましい。その代表的なものはCo、Co_{0.5}Fe_{0.5}、Co_{0.75}Pt_{0.25}等である。

【0023】磁化反転制御膜4としては磁性膜3'に付

8

*報の記録はワード線に電流を流し、[磁性膜3/非磁性膜2/磁性膜1]タイプの磁気抵抗効果素子部の場合は保磁力の大きい方の磁性膜3を磁化反転して情報を記録し、読み出しはワード線に弱い電流を流し、軟磁性膜1のみを磁化反転し、その時磁気抵抗効果素子部に生じる磁気抵抗変化をセンス線より検出して情報の読み出しがなされる。このメモリー素子の場合、保磁力の大きい方の磁性膜3はワード線により発生する磁界で磁化反転する必要があり、あまり保磁力が大きいとこれが困難となるので適当な大きさの保磁力の半硬質磁性膜であることが望ましい。又情報の記録状態を明確にするためにはこの半硬質磁性膜の磁化曲線の角型性が良好なことが望ましい。

【0018】磁気抵抗効果素子部が[磁化反転抑制膜4/磁性膜3'/非磁性膜2/磁性膜1]なる構成で特に磁化反転抑制膜4が反強磁性体の場合、ワード線電流発生磁界で磁性膜3'の磁化反転を起こすのは困難な場合が多く、この場合は情報の記録はワード線に電流を流し、磁性膜1を磁化反転して情報を記録し、読み出しもワード線に電流を流し磁性膜1を磁化反転して行う。従って前者が非破壊読み出しとなるがこの場合は破壊読み出しとなる。

【0019】本発明の磁気抵抗効果素子、磁気抵抗効果型磁気ヘッド、メモリー素子を構成する軟磁性膜、(半)硬質磁性膜、ヨーク等には以下のものを用いることが望ましい。

【0020】保磁力の小さい軟磁性膜1としては磁気抵抗変化を生じやすく低磁界で磁化反転しやすい、

— (1)

— (1')

※よりやや動作磁界は大きくなるものの、より大きな磁気抵抗変化が得られるものとして

— (2)

— (2')

けることにより磁性膜3'の磁化反転を抑制する効果があれば何でも良いが、例えばFe-Mn、NiO、CoO等の反強磁性体や、TbCo、SmCoが上げられる。

【0024】界面磁性膜5としてはCo薄膜等がMR変化率を向上させるのに有効であるが、磁性膜1と非磁性膜2の界面に設ける場合は磁性膜1の軟磁性を損なわないように膜厚を1nm以下にすることが望ましい。

【0025】ヨーク6に用いる磁性膜は高透磁率の軟磁性膜である必要があり、この条件を満足するものとしてはCo_{0.82}Nb_{0.12}Zr_{0.06}等のCo系の非晶質合金膜やNi_{0.8}Fe_{0.2}がある。

【0026】ワード線やセンス線の導体線部は抵抗の低い金属が望ましく、例えばAu、Cu等が上げられる。

【0027】以下具体的な実施例により本発明の効果の

説明を行う。

【実施例1】スパッタ法により磁性膜1として $\text{Co}_{0.7}\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{0.2}$ を12nm蒸着した後、 Al_2O_3 とCuの複合ターゲットを用いてこの上に非磁性膜を2nm蒸着し、更にスパッタ法で磁性膜3として $\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}$ を3nm蒸着して磁気抵抗効果素子を作製した。膜面垂直方向のMR特性を印加磁界500eで測定したところ18%のMR変化率が得られた。

【0028】同様に[磁性膜1/非磁性膜/磁性膜3/非磁性膜]なる構成のものを6周期積層して同様にMR特性を測定したところ24%のMR変化率が得られた。

【0029】（実施例2）スパッタ法により磁性膜1として $\text{Ni}_{0.68}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.12}$ を12nm蒸着した後、 Al_2O_3 とCuの複合ターゲットを用いてこの上に非磁性膜を2nm蒸着し、更にスパッタ法で磁性膜3として $\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}$ を3nm蒸着して磁気抵抗効果素子を作製した。膜面垂直方向のMR特性を印加磁界200eで測定したところ12%のMR変化率が得られた。更に SiO_2 をスパッタして絶縁膜をつけた後、 $\text{Co}_{0.82}\text{Nb}_{0.12}\text{Zr}_{0.06}$ 膜をスパッタ法で成膜しパターンニングしてヨーク部を形成した。それぞれの磁性膜部に電極とリード部を設けて磁気抵抗効果型ヘッドとした。このヘッドにヘルムホルツコイルで5000eの磁界を印加して $\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}$ を一方向に磁化した後、100eの磁界を反対方向に発生して出力を測定したところ、同一形状で従来MR材であるNi-Fe膜を用いたヘッドに比べて6倍の出力があることがわかった。

【0030】（実施例3）スパッタ法により磁性膜1として $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ を10nm蒸着した後、 Al_2O_3 とCuの複合ターゲットを用いてこの上に非磁性膜を5nm蒸着し、更にスパッタ法で磁性膜3としてCoを5nm蒸着して磁気抵抗効果素子を作製した。膜面垂直方向のMR特性を印加磁界200eで測定したところ10%のMR変化率が得られた。

【0031】同様に[磁性膜1/非磁性膜/磁性膜3/非磁性膜]なる構成のものを6周期積層して同様にMR特性を測定したところ16%のMR変化率が得られた。これをパターンニングしてストライプ状にして電極を付けセンス線を形成した後、 SiO_2 をスパッタして絶縁膜をつ

*け、更にAuを蒸着してパターンニングしてワード線を作製しメモリー素子を作製した。ワード線に電流を流して磁性膜3を一方向に磁化した後、磁性膜1のみを磁化反転すべく磁性膜3の磁化方向と反対方向の磁界を発生する弱電流をワード線に流してセンス線の抵抗変化を測定したところ出力変化があり、磁性膜3の磁化方向に磁界を発生する弱電流をワード線に流したところセンス線には出力変化が生じず、メモリー素子として動作することがわかった。又何度弱電流をワード線に流して情報の読み出しをしても同様の出力変化があり、非破壊読み出しが可能ながわかった。

【0032】

【発明の効果】本発明は微小な磁界で大きな磁気抵抗変化が得られる磁気抵抗効果素子、磁気抵抗効果型ヘッド、メモリー素子を可能とするものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の磁気抵抗効果素子を示す図
(b)は非磁性膜部の構成図

【図2】本発明の磁気抵抗効果素子の構成図

【図3】本発明の磁気抵抗効果素子の構成図

【図4】本発明の磁気抵抗効果素子の構成図

【図5】本発明の磁気抵抗効果素子の構成図

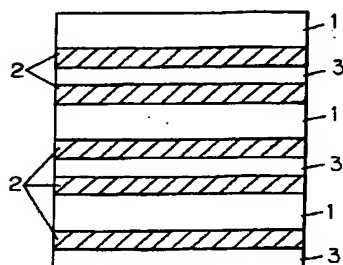
【図6】本発明の磁気抵抗効果型ヘッドの構成図

【図7】本発明のメモリー素子の構成図の一例

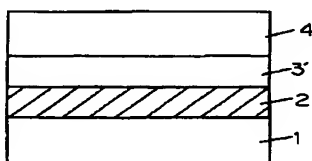
【符号の説明】

- 1 磁性膜
- 2 非磁性膜
- 3 磁性膜
- 4 磁化反転抑制膜
- 5 界面磁性膜
- 6 ヨーク
- C 導電体
- H 信号磁界
- I 絶縁体
- M 磁気抵抗効果素子部
- S, S' 導体線
- W, W' ワード線

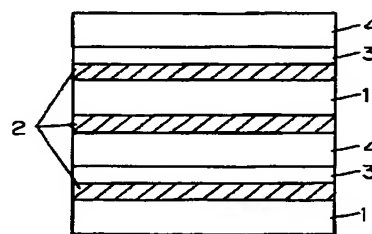
【図2】



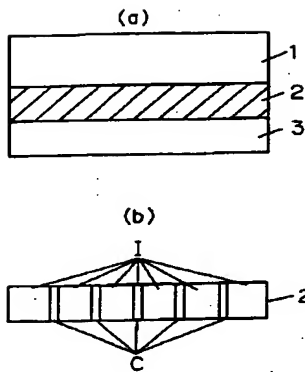
【図3】



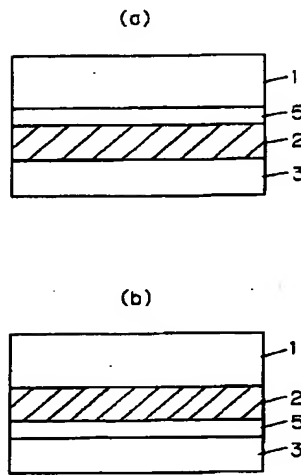
【図4】



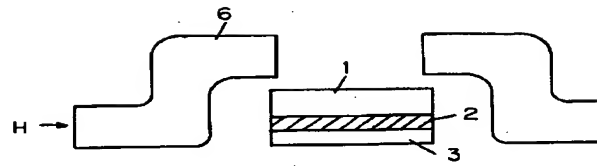
【図1】



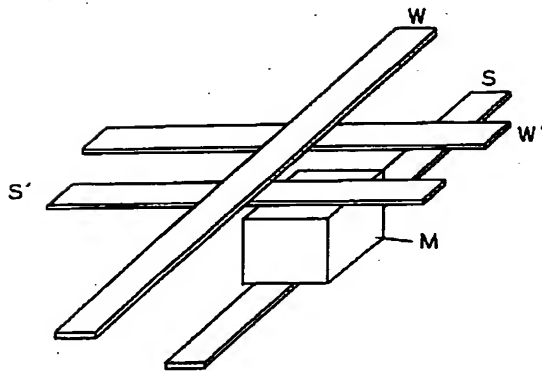
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭61-253620 (J P, A)
 特開 平7-79034 (J P, A)
 特開 平6-295420 (J P, A)
 特開 平6-122963 (J P, A)
 特開 昭63-217609 (J P, A)
 特開 昭61-248213 (J P, A)
 特開 昭61-50277 (J P, A)

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 126, No. 1-3 (1993), pp. 524-526

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)

H01L 43/08
 G01R 33/09
 G11B 5/39
 G11C 11/14
 H01F 10/32

J I C S T ファイル (J O I S)